

Translation

Rec'd PCT/PTO

22 SEP 2004

PCT/EP2003/002998

PATENT COOPERATION TREATY

PCT 10/509430

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 044-03	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP2003/002998	International filing date (<i>day/month/year</i>) 22 March 2003 (22.03.2003)	Priority date (<i>day/month/year</i>) 23 March 2002 (23.03.2002)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H04Q 11/00		
Applicant MARCONI COMMUNICATIONS GMBH		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of <u>5</u> sheets, including this cover sheet. <input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT). These annexes consist of a total of <u>14</u> sheets.
3. This report contains indications relating to the following items: I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report II <input type="checkbox"/> Priority III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 21 October 2003 (21.10.2003)	Date of completion of this report 27 April 2004 (27.04.2004)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP2003/002998

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

☐ the international application as originally filed☒ the description:

pages _____, as originally filed

pages _____, filed with the demand

pages 1-10, filed with the letter of 25 March 2004 (25.03.2004)

☒ the claims:

pages _____, as originally filed

pages _____, as amended (together with any statement under Article 19

pages _____, filed with the demand

pages 1-11, filed with the letter of 09 January 2004 (09.01.2004)

☒ the drawings:

pages 1/6-4/6, as originally filed

pages _____, filed with the demand

pages _____, filed with the letter of _____

☐ the sequence listing part of the description:

pages _____, as originally filed

pages _____, filed with the demand

pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

☐ contained in the international application in written form.☐ filed together with the international application in computer readable form.☐ furnished subsequently to this Authority in written form.☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.4. ☒ The amendments have resulted in the cancellation of:☒ the description, pages 11-13☒ the claims, Nos. 12-17☒ the drawings, sheets/fig 5/6-6/65. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP 03/02998

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-11	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-11	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-11	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Reference is made to the following documents:

D1: SABELLA R ET AL. "IMPACT OF TRANSMISSION PERFORMANCE ON PATH ROUTING IN ALL-OPTICAL TRANSPORT NETWORKS", JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, IEEE, NEW YORK, US, Vol. 16, No. 11, November 1998 (1998-11), pages 1965-1971, XP000831709, ISSN 0733-5724

D8: WO 01 74111 A (GUILD ZENNETH; TZANAKAKI ANNA (GB); MAHONY MICHAEL O (GB); SIMEONI), 4 October 2001 (2001-10-04)

1. Document D1 describes an optical switching station (figure 3) with:
 - a first plurality of input channels for transient data traffic;
 - a second plurality of output channels for transient data traffic;
 - a plurality of first optical switching matrixes ("SSMs") which have a first group of input ports connected to input channels of the switching station, and a first group of output ports connected to output channels of the switching station, for interconnecting input and output channels;
 - a group of one or more signal conditioning units in the form of wavelength converters ("converters" - page 1967, left-hand column, last line);

- means for connecting each of a second group of output ports of the first optical switching matrixes to an input of a signal conditioning unit of the group, and means for connecting each of a second group of input ports of the first optical switching matrixes to an output of one of the signal conditioning units.

The subject matter of claim 1 differs from that of D1 because in D1 the first switching matrixes do not each switch message signals of a particular wavelength assigned to the respective first switching matrix, and because the connection means are not suitable for connecting the input and output of a wavelength converter to different first switching matrixes.

The subject matter of claim 1 is therefore novel (PCT Article 33(2)).

The problem addressed by the present invention can therefore be seen as that of simplifying the management of the switching process to prevent wavelength collisions at the output. Although switching stations consisting of parallel wavelength-specific switching matrixes are already known (see, for example, document D8, figure 4), there is nothing in the prior art that would prompt a skilled person to use them and to make the necessary relatively complex adjustments to the means for connecting the wavelength converters to the wavelength-specific switching matrixes.

The solution proposed in claim 1 is therefore considered inventive (PCT Article 33(3)).

The associated switching method defined in claim 11 is novel and inventive for the same reasons.

2. Claims 2 to 10 are dependent on claim 1 and are therefore also novel and inventive.

Rec'd PCT/PTO 22 SEP 2004
10/509430

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT (Artikel 36 und Regel 70 PCT)



REC'D 29 APR 2004

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 044-03	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/02998	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 22.03.2003	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 23.03.2002
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H04Q11/00		
Anmelder MARCONI COMMUNICATIONS GMBH et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
 - ☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und die dem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Artikel 17.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 1-14 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:
 - I ☒ Grundlage des Bescheids
 - II ☐ Priorität
 - III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
 - IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
 - V ☒ Begründete Feststellung nach Regel 66.2 a)ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
 - VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
 - VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
 - VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 21.10.2003	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 27.04.2004
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde  Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Bevollmächtigter Bediensteter Fleckinger, C Tel. +31 70 340-3416 

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):

Beschreibung, Seiten

1-10 eingegangen am 30.03.2004 mit Schreiben vom 25.03.2004

Ansprüche, Nr.

1-11 eingegangen am 13.01.2004 mit Schreiben vom 09.01.2004

Zeichnungen, Figuren

1/6-4/6 in der ursprünglich eingereichten Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um:

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☒ Beschreibung, Seiten: 11-13
- ☒ Ansprüche, Nr.: 12-17
- ☒ Zeichnungen, Blatt: 5/6-6/6

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/02998

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen.)

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. Feststellung | |
| Neuheit (N) | Ja: Ansprüche 1-11
Nein: Ansprüche |
| Erfinderische Tätigkeit (IS) | Ja: Ansprüche 1-11
Nein: Ansprüche |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) | Ja: Ansprüche: 1-11
Nein: Ansprüche: |

2. Unterlagen und Erklärungen:

siehe Beiblatt

Zu Punkt V

**Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der
erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und
Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: SABELLA R ET AL: 'IMPACT OF TRANSMISSION PERFORMANCE ON PATH ROUTING IN ALL-OPTICAL TRANSPORT NETWORKS' JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, IEEE. NEW YORK, US, Bd. 16, Nr. 11, November 1998 (1998-11), Seiten 1965-1971, XP000831709 ISSN: 0733-8724

D8: WO 01 74111 A (GUILD KENNETH ;TZANAKAKI ANNA (GB); MAHONY MICHAEL O (GB); SIMEONI) 4. Oktober 2001 (2001-10-04)

1. Document D1 beschreibt eine optische Schaltstation (Fig.3) mit:

- einer ersten Mehrzahl von Eingangskanälen für Durchgangsdatenverkehr;
- einer zweiten Mehrzahl von Ausgangskanälen für Durchgangsdatenverkehr;
- einer Mehrzahl von ersten optischen Schaltmatrizen ("SSM's"), die eine erste Gruppe von Eingangsanschlüssen, die mit Eingangskanälen der Schaltstation verbunden sind, und eine erste Gruppe von Ausgangsanschlüssen, die mit Ausgangskanälen der Schaltstation verbunden sind, aufweisen, zum Verbinden von Eingangs- und Ausgangskanälen untereinander,
- einer Gruppe von einer oder mehreren als Wellenlängenwandler ("Converters"; p.1967, linke Spalte, letzte Zeile) ausgebildeten Signalformereinheit,
- Mitteln zum Verbinden einer zweiten Gruppe von Ausgangsanschlüssen der ersten optischen Schaltmatrizen mit jeweils einem Eingang einer Signalformereinheit der Gruppe und Mitteln zum Verbinden einer zweiten Gruppe von Eingangsanschlüssen der ersten optischen Schaltmatrizen mit jeweils einem Ausgang einer dieser Signalformereinheiten.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 unterscheidet sich vom Gegenstand von D1 dadurch, dass bei D1 die ersten Schaltmatrizen nicht jeweils zum Schalten von Nachrichtensignalen einer gleichen, der betreffenden ersten Schaltmatrix zugeordneten Wellenlänge vorgesehen sind, und dass die Mittel zum Verbinden nicht geeignet sind, den Eingang und den Ausgang eines Wellenlängenwandlers mit jeweils verschiedenen

ersten Schaltmatrizen zu verbinden.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 ist daher neu (Artikel 33(2) PCT).

Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden, die Verwaltung des Schaltvorgangs zur Verhinderung einer Wellenlängenkollision beim Ausgang zu vereinfachen. Obwohl Schaltstationen bestehend aus parallelen wellenlängenspezifischen Schaltmatrizen bekannt sind (siehe z.B. D8 Fig.4), gibt es keinen Hinweis im Gegenstand der Technik, der den Fachmann dazu führen würde diese einzusetzen und die entsprechenden komplexeren Anpassungen der Mittel zum Verbinden der Wellenlängenwandler mit den wellenlängenspezifischen Schaltmatrizen durchzuführen.

Die im Anspruch 1 vorgeschlagene Lösung wird deswegen als erfinderisch betrachtet (Artikel 33(3) PCT).

Die zugehörige Schaltungsmethode von Anspruch 11 ist aus den selben Gründen neu und erfinderisch.

2. Die Ansprüche 2-10 sind abhängig vom Anspruch 1 und deswegen ebenfalls neu und erfinderisch.

30. 03. 2004

MARCONI COMMUNICATIONS GMBH, 71522 BACKNANG

G. 81680

5

Optische Schaltstation und Vermittlungsverfahren dafür

- 10 Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der optischen Nachrichtenübertragung und zwar insbesondere eine optische Schaltstation und ein Verfahren zum Vermitteln eines Nachrichtensignals in einer optischen Schaltstation.
- 15 Optische Schaltstationen dienen als Knoten von optischen Netzwerken. Sie sind paarweise untereinander durch optische Fasern verbunden, auf denen Nachrichtensignale in Form modulierter Lichtsignale von einer Schaltstation zur anderen übertragen werden. Eine optische Faser kann eine große Zahl
- 20 von Nachrichtensignalen gleichzeitig jeweils in Form von modulierten Trägerwellen mit unterschiedlicher Wellenlänge übertragen.
- 25 Bei einem optischen Netzwerk, das mit Wellenlängenmultiplex arbeitet, ist es wünschenswert, in einer Schaltstation Nachrichtensignale, die auf unterschiedlichen Trägerwellenlängen eines gleichen Multiplex moduliert sind, unabhängig voneinander vermitteln zu können. Es kann daher zu Situa-
- 30 tionen kommen, wo zwei Nachrichtensignale, die an einer optischen Schaltstation über verschiedene Eingangskanäle eintreffen und die gleiche Trägerwellenlänge haben, an einen gleichen Ausgangskanal vermittelt werden sollen. Es ist jedoch nicht möglich, beide Nachrichtensignale mit der gleichen
- 35 Trägerwellenlänge auf dem gleichen Ausgangskanal zu übertragen. Daher benötigen die optischen Schaltstationen in einem solchen optischen Netzwerk Wellenlängenwandler, die es erlauben, die Wellenlänge eines dieser beiden Nachrichtensignale auf eine auf dem Ausgangskanal noch un-
- 40 belegte Wellenlänge zu verschieben. Zwei Beispiele für eine solche Schaltstation sind in R. Sabella et al. „Impact of

Transmission Performance on Path Routing in All-Optical Transport Networks", IEEE Journal of Lightwave Technology, Vol. 16, p. 1965 et seq., 1998, beschrieben. Die Schaltstation aus Fig. 1(a) dieses Dokuments weist eine Mehrzahl von Schaltmatrizen auf, von denen jede einen mit einem Block von Wellenlängenwandlern verbundenen Ausgang und Eingang hat. Als Demultiplexer zum Verteilen der einzelnen Nachrichtensignale auf die Schaltmatrizen dienen abstimmbare Filter, was vermuten lässt, dass eine gegebene Wellenlängenkomponente eines eintreffenden Wellenlängenmultiplex an verschiedene Schaltmatrizen weitergeleitet werden kann. Bei der Schaltstation aus Fig. 1(b) dieses Dokuments werden die gedemultiplexten Nachrichtensignale sämtlich über eine einzige Schaltmatrix vermittelt, die offensichtlich in der Lage sein muss, unterschiedliche Wellenlängen zu verarbeiten. Es gibt mehrere Wellenlängenwandler, die jeweils einen Ausgang mit einem Eingang der Schaltmatrix verbinden. Die Zahl der Schalter in einer solchen Schaltmatrix ist sehr hoch, da jeder Eingang mit jedem Ausgang verbindbar sein muss.

20 Aufgabe der Erfindung ist, eine optische Schaltstation und ein Verfahren zum Vermitteln eines Nachrichtensignals in einer optischen Schaltstation anzugeben, die eine Wellenlängenkonversion mit geringem technischen Aufwand ermöglichen.

25 Die Aufgabe wird zum einen gelöst durch eine optische Schaltstation mit einer ersten Mehrzahl von Eingangskanälen für Durchgangsdatenverkehr, einer zweiten Mehrzahl von Ausgangskanälen für Durchgangsdatenverkehr, einer Mehrzahl von ersten optischen Schaltmatrizen, die eine erste Gruppe von Eingangsanschlüssen, die mit den Eingangskanälen der Schaltstation verbunden sind, und eine erste Gruppe von Ausgangsanschlüssen, die mit den Ausgangskanälen der
30 Schaltstation verbunden sind, aufweist, zum Verbinden von Eingangs- und Ausgangskanälen untereinander, und einer Gruppe von einer oder mehreren als Wellenlängenwandler ausgebildeten Signalformereinheiten, sowie mit Mitteln zum Verbinden einer zweiten Gruppe von Ausgangsanschlüssen der ersten optischen Schaltmatrizen mit jeweils einem Eingang einer Signalformereinheit der Gruppe und Mitteln zum Ver-
40

binden einer zweiten Gruppe von Eingangsanschlüssen der ersten optischen Schaltmatrizen mit jeweils einem Ausgang dieser Signalformereinheiten, wobei die ersten Schaltmatrizen jeweils zum Schalten von Nachrichtensignalen einer gleichen, der betreffenden ersten Schaltmatrix zugeordneten Wellenlänge vorgesehen sind und die Mittel zum Verbinden geeignet sind, den Eingang und den Ausgang eines Wellenlängenwandlers mit jeweils verschiedenen ersten Schaltmatrizen zu verbinden. Diese optische Schaltstation erlaubt es, ein Nachrichtensignal, das nicht unmittelbar auf einen Ausgangskanal ausgegeben werden kann, weil auf dem gewünschten Ausgangskanal die Wellenlänge des betreffenden Nachrichtensignals besetzt ist, auf einen Ausgangsanschluss der zweiten Gruppe durchzuschalten, so dass das Nachrichtensignal der benötigten Wellenlängenwandlung unterzogen werden kann, und anschließend das geformte Signal einem Eingangsanschluss der zweiten Gruppe einer ersten optischen Schaltmatrix zuzuführen, von wo aus die betreffende erste Schaltmatrix dieses Signal zum ursprünglich gewünschten Ausgangsanschluss weiterleiten kann.

Als Mittel zum Verbinden der Signalformereinheiten mit der wenigstens einen ersten optischen Schaltmatrix können fest verdrahtete Leitungen zwischen einem Ausgang oder Eingang einer Signalformereinheit und einem Eingangs- bzw. Ausgangsanschluss der ersten Schaltmatrix vorgesehen werden. Diese einfache Lösung ist vollauf ausreichend, wenn die Signalformereinheiten Regeneratoren sind, da diese als untereinander identisch aufgefaßt werden können und es ohne Belang ist, über welchen unter eventuell mehreren verfügbaren Regeneratoren ein zu regenerierendes Nachrichtensignal geleitet wird.

Die Mittel zum Verbinden können jedoch auch als Schaltelemente zum wahlweisen Verbinden eines Ausgangs oder Eingangs einer Signalformereinheit mit einem von mehreren Eingangs- bzw. Ausgangsanschlüssen der ersten Schaltmatrix ausgebildet sein. Dies ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn die Schaltstation eine Mehrzahl von ersten Schaltmatrizen umfasst, um die Signalformereinheiten je nach Bedarf einer

der mehreren ersten Schaltmatrizen zuordnen zu können. Derartige Schaltelemente sind insbesondere auch dann wünschenswert, wenn die Signalformereinheiten Wellenlängenwandler sind, von denen nicht notwendigerweise jeder in der Lage ist, sämtliche auf den Ein- und Ausgangskanälen übertragenen Wellenlängen zu erzeugen, und die daher zweckmäßigerweise immer mit denjenigen ersten Schaltmatrizen verbindbar sein sollten, bei denen Bedarf nach einem solchen Wellenlängenwandler besteht.

Die Mittel zum Verbinden umfassen vorzugsweise wenigstens eine zweite Schaltmatrix, die die Ausgangsanschlüsse der zweiten Gruppe der ersten Schaltmatrizen wahlweise mit einem der Wellenlängenwandler verbindet. Dies erlaubt es, einfache Wellenlängenwandler zu verwenden, die zwar in einem breiten Wellenlängenintervall empfindlich sind, welches alle Wellenlängen des Multiplex umfasst, die aber nur auf einer einzigen Wellenlänge dieses Multiplex senden können. Hier ist die zweite Schaltmatrix hilfreich, um jedes Nachrichtensignal, dessen Trägerwellenlänge gewandelt werden muss, mit dem genau benötigten Wellenlängenwandler zu verbinden, egal, an welchem Ausgangsanschluss welcher ersten Schaltmatrix das zu wandelnde Signal ausgegeben wird.

Vorzugsweise umfassen die Mittel zum Verbinden ferner wenigstens eine dritte Schaltmatrix, die die Wellenlängenwandler wahlweise mit einem der Eingangsanschlüsse der zweiten Gruppe der ersten Schaltmatrizen verbindet. Die dritte Schaltmatrix ermöglicht eine dynamische Zuordnung der Wellenlängenwandler zu verschiedenen Eingangsanschlüssen der zweiten Gruppe, so dass nicht jedem dieser Eingangsanschlüsse ein Wellenlängenwandler fest zugeordnet sein muss. Da die Wellenlängenwandler somit je nach Bedarf verschiedenen Eingangsanschlüssen zugeordnet werden können, ist es nicht notwendig, jedem dieser Eingangsanschlüsse einen eigenen Wellenlängenwandler zuzuordnen, und die Zahl der benötigten Wellenlängenwandler wird verringert.

Vorzugsweise ist jeder Eingangskanal mit den ersten Schaltmatrizen über einen Wellenlängen-Demultiplexer und/oder die ersten Schaltmatrizen mit dem Ausgangskanal über einen Wel-

lenlängen-Multiplexer verbunden. Dies erlaubt die Nutzung der Eingangs- bzw. Ausgangskanäle im Wellenlängenmultiplex, wohingegen innerhalb der Schaltstation die Nachrichtensignale nach Wellenlängen getrennt gehandhabt werden.

5

Die Ein- und Ausgänge der zweiten Gruppe können nicht nur zum Versorgen der Signalformereinheiten genutzt werden, sondern auch zum lokalen Abzweigen oder Hinzufügen von Nachrichtensignalen aus dem bzw. in den Multiplex.

10

Vorzugsweise werden als Wellenlängenwandler solche mit einem wellenlängenabstimmbaren Senderteil eingesetzt. Diese sind zwar technisch aufwendiger als Wellenlängenwandler mit festfrequentem Senderteil, doch wird von ihnen auch nur eine geringere Anzahl benötigt, um ein gegebenes Maß an Verfügbarkeit zu erreichen.

15

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

20

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer nicht erfindungsgemäßen optischen Schaltstation mit einer einzigen Schaltmatrix für den Betrieb bei einer einzigen Wellenlänge und mit Signalregeneratoren;

25

Fig. 2 eine weiterentwickelte Schaltstation mit Regeneratoren für Wellenlängenmultiplexbetrieb;

30

Fig. 3 eine erfindungsgemäße optische Schaltstation mit festfrequenten Wellenlängenwandlern; und

Fig. 4 eine erfindungsgemäße optische Schaltstation mit abstimmbaren Wellenlängenwandlern.

35

Die in Fig. 1 gezeigte Schaltstation umfasst eine einzige Schaltmatrix S1 mit Eingangsanschlüssen i_1, i_2, \dots, i_M , i'_1, \dots, i'_P und Ausgangsanschlüssen $o_1, o_2, \dots, o_M, o'_1, \dots, o'_P$. Eine erste Gruppe i_1, \dots, i_M der Eingangs-

40

schlüsse ist mit Eingangskanälen I_1, \dots, I_M , hier in Form von jeweils ein festfrequentes Nachrichtensignal führenden optischen Fasern, verbunden. Entsprechend ist eine erste Gruppe o_1, \dots, o_M der Ausgangsanschlüsse mit monochromatischen Ausgangskanälen O_1, \dots, O_M verbunden. Ausgangsanschlüsse o'_1, \dots, o'_P sind jeweils über Regeneratoren R mit Eingangsanschlüssen i'_1, \dots, i'_P über optische Fasern f fest verdrahtet verbunden. Eine Steuerschaltung C empfängt in an sich bekannter und hier nicht dargestellter Weise Leitweginformation, die für jeden der Eingangsanschlüsse i_1 bis i_M festlegt, mit welchem der Ausgangsanschlüsse o_1, o_M der ersten Gruppe dieser verbunden werden soll. Die Steuerschaltung C ist ferner mit vor jedem Eingangsanschluss i_1, i_2, \dots, i_M der ersten Gruppe angeordneten Detektoren D_1, D_2, \dots, D_M zum Erfassen der Qualität eines an dem Eingangsanschluss eintreffenden Nachrichtensignals verbunden. Wenn das Erfassungsergebnis eines dieser Detektoren angibt, dass die Qualität zum Beispiel des Nachrichtensignals am Eingangsanschluss i_2 schlecht ist und einer Regenerierung bedarf, so steuert die Steuerschaltung die Schaltmatrix S_1 abweichend von der ihr zugeführten, das Signal am Eingangsanschluss i_2 betreffenden Leitweginformation so an, dass dieses Nachrichtensignal an einen Ausgangsanschluss der zweiten Gruppe, zum Beispiel den Ausgangsanschluss o'_1 , ausgegeben wird. So durchläuft das Nachrichtensignal einen der Regeneratoren R und tritt am Eingangsanschluss i'_1 wieder in die Schaltmatrix S_1 ein. Dieser Eingangsanschluss i'_1 wird nun mit den der Leitweginformation zufolge als Ausgangsanschluss für das Nachrichtensignal vorgesehenen Ausgangsanschluss verbunden. Das zu regenerierende Nachrichtensignal durchläuft also die Schaltmatrix S_1 zweimal, vor bzw. nach dem Regenerieren.

Nachrichtensignale, bei denen festgestellt wird, dass keine Regenerierung erforderlich ist, durchlaufen die Schaltmatrix S_1 nur einmal. Die Leistungsverluste, die diese Nachrichtensignale in der Schaltstation erfahren, sind (unter Vernachlässigung eventueller Verluste durch die Detektoren D_1, \dots, D_n) die gleichen wie bei einer Schaltstation ohne Regenerierungsfunktion. Die Schaltstation ermöglicht also

eine selektive Regenerierung ohne Einfügungsverluste an nicht regenerierten Nachrichtensignalen.

Bei der Schaltstation der Fig. 1 verarbeitet die Schaltmatrix S1 nur Nachrichtensignale einer gleichen Wellenlänge, die jeweils von verschiedenen Eingangskanälen herrühren. Selbstverständlich ist es alternativ auch möglich, mehrere Nachrichtensignale im Wellenlängenmultiplex auf einem Eingangskanal zu befördern, sie über einen Demultiplexer verschiedenen Eingangsanschlüssen der Schaltmatrix zuzuführen und in der Schaltmatrix vermittelte Nachrichtensignale unterschiedlicher Wellenlänge über Multiplexer einem gemeinsamen Ausgangskanal zuzuführen. Da bei einem solchen Aufbau die Größe der Schaltmatrix mit dem Quadrat der Zahl der zu vermittelnden Signale anwächst, ist für die Vermittlung von wellenlängengemultiplexten Nachrichtensignalen ein Aufbau wie in Fig. 2 gezeigt bevorzugt.

Fig. 2 zeigt eine Schaltstation mit Regenerierungsfunktion für ein optisches Netzwerk mit Wellenlängenmultiplexübertragung. Die Eingangskanäle I1, ..., IM sind hier jeweils von einer (nicht gezeigten) entfernten Schaltstation kommende optische Fasern, auf denen ein Multiplex von auf unterschiedliche Trägerwellenlängen $\lambda_1, \dots, \lambda_N$ aufmodulierten Nachrichtensignalen übertragen wird. Die Eingangskanäle münden jeweils auf Wellenlängen-Demultiplexer D1, ..., DM, die den Multiplex spektral zerlegen und die darin enthaltenen Nachrichtensignale an N Schaltmatrizen S1, ..., SN verteilen, die jeweils einer der Wellenlängen $\lambda_1, \dots, \lambda_N$ zugeordnet sind. Diese Schaltmatrizen S1, ..., SN entsprechen jeweils der monochromatischen Schaltmatrix S1 aus Fig. 1: sie haben eine erste Gruppe von Eingangsanschlüssen i1, ..., iM, die jeweils über einen der Demultiplexer D1, ..., DM mit einem der Eingangskanäle I1, IM verbunden sind, Eingangsanschlüsse i'1, ..., i'P, die jeweils mit dem Ausgang eines Regenerators R verbunden sind, Ausgangsanschlüsse o1, ..., oM einer ersten Gruppe und Ausgangsanschlüsse o'1 bis o'P, die jeweils mit den Eingängen der Regeneratoren R verbunden sind. An jeden Ausgangsanschluss der ersten Gruppe o1, ..., oM ist ein Wellenlängenmultiplexer M1, ..., MM mit je N Eingängen, einem für jede Schaltmatrix S1, ..., SN,

angeschlossen, der die von den verschiedenen Schaltmatrizen empfangenen Nachrichtensignale unterschiedlicher Wellenlänge zu einem Multiplexsignal überlagert und auf einen Ausgangskanal O_1 , ..., O_M ausgibt. Detektoren zum Erfassen der Signalqualität sind auch hier auf den die Demultiplexer mit den Schaltmatrizen verbundenen Leitungsstücken vorgesehen, doch sind sie, genauso wie die Steuerschaltung, der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt. Die Arbeitsweise der einzelnen Schaltmatrizen ist die gleiche wie im Falle der Fig. 1: nicht zu regenerierende Nachrichtensignale mit einer Trägerwellenlänge λ_n , $n=1$, ..., N durchlaufen die ihnen zugeordnete Schaltmatrix S_n einmal, ein zu regenerierendes Signal wird in der Schaltmatrix zu einem Regenerator R abgezweigt, und anschließend wird das regenerierte Signal in der gleichen Schaltmatrix an den vorgesehenen Ausgangskanal vermittelt.

Bei der Schaltstation der Fig. 2 können Kollisionen auftreten, wenn eine Schaltmatrix von zwei Demultiplexern Nachrichtensignale empfängt, die für den gleichen Ausgangskanal bestimmt sind. Es steht nämlich nur ein Ausgangsanschluss an der Schaltmatrix zur Verfügung, der zu dem gewünschten Ausgangskanal führt. In einer solchen Situation kann nur eines der zwei Signale vermittelt werden.

Fig. 3 zeigt ein Blockdiagramm einer erfindungsgemäßen Schaltstation, die dieses Problem löst. Eingangs- und Ausgangskanäle, Multiplexer, Demultiplexer und Schaltmatrizen S_1 , ..., S_N sind die gleichen wie bei der Ausgestaltung der Fig. 2 und werden nicht erneut erläutert. Die Ausgangsanschlüsse $o'1$, ..., $o'P$ der zweiten Gruppe der Schaltmatrizen S_1 , ..., S_N sind auf Eingangsanschlüsse einer weiteren optischen Schaltmatrix S' geführt, deren Ausgangsanschlüsse wiederum mit Eingängen von Wellenlängenwandlern T_1 , T_2 , ..., T_Q verbunden sind. Die Wellenlängenwandler umfassen hier jeweils eine für alle Wellenlängen λ_1 , ..., λ_N des Multiplex empfindliche Fotodiode, die das von der Schaltmatrix S' kommende optische Nachrichtensignal in ein elektrisches Signal wandelt, daran angeschlossene elektrische Schaltungen zur Impulsformung und -verstärkung sowie eine mit dem Ausgangssignal dieser elektrischen Schaltungen an-

- gesteuerte Laserdiode mit fester Wellenlänge, die das regenerierte optische Nachrichtensignal liefert. Die Wellenlängenwandler T_1, T_2, \dots, T_Q haben somit gleichzeitig auch eine Regenerationsfunktion. Der Ausgang jedes Wellenlängenwandlers ist durch ein optisches Faserstück f fest verdrahtet mit einem Eingangsanschluss der zweiten Gruppe der seiner Wellenlänge zugeordneten Schaltmatrix S_1, \dots , oder S_N verbunden.
- 10 Die Schaltmatrix S' ist in der Lage, alle ihre Eingangs- und Ausgangsanschlüsse wahlfrei paarweise miteinander zu verbinden. Ein zu formendes Nachrichtensignal kann somit über die Matrix S' einem Wellenlängenwandler mit jeder beliebigen Ausgangswellenlänge des Multiplex, einschließlich
- 15 der gegenwärtigen Wellenlänge des Nachrichtensignals zugeführt werden. Dieser letztere Fall entspricht einer einfachen Regenerierung des Nachrichtensignals, ohne gleichzeitige Wellenlängenwandlung.
- 20 Die Schaltmatrizen S_1, \dots, S_N sind hier mit jeweils zwei Eingangs- bzw. Ausgangsanschlüssen der zweiten Gruppe dargestellt, doch liegt auf der Hand, dass die Zahl dieser Anschlüsse zwischen 1 und M beliebig gewählt werden kann.
- 25 Fig. 4 zeigt eine weiterentwickelte Ausgestaltung der Schaltstation. Die Schaltstation aus Fig. 4 unterscheidet sich von der der Fig. 3 dadurch, dass bei ersterer die Wellenlängenwandler T_1, \dots, T_Q anstelle einer Laserdiode mit fester Wellenlänge eine Laserdiode enthalten, die auf die
- 30 verschiedenen Wellenlängen $\lambda_1, \dots, \lambda_N$ des Multiplex oder zumindest auf eine Mehrzahl dieser Wellenlängen abstimmbar ist. Um ein in einem solchen Wellenlängenwandler gewandeltes Nachrichtensignal an die der Wellenlänge des gewandelten Signals zugeordnete Matrix unter den Schaltmatrizen S_1, \dots, S_N weiterleiten zu können, ist eine dritte Schaltmatrix S'' zwischen den Ausgängen der Wellenlängenwandler T_1, \dots, T_Q und den Eingangsanschlüssen der zweiten Gruppe der Schaltmatrizen S_1, \dots, S_N erforderlich. Die Zahl der abstimmbaren Wellenlängenwandler, die benötigt wird, um ein
- 35 vorgegebenes Maß an Sicherheit vor Wellenlängenkollisionen in der Schaltstation zu erreichen, ist kleiner als bei der
- 40

- 10 -

5 Ausgestaltung der Fig. 3 mit festfrequenten Wellenlängenwandlern. Dabei ist die Einsparung um so größer, je größer die Zahl N der Wellenlängen des Multiplex ist. Daher kann eine Schaltstation nach Fig. 4 trotz der zusätzlichen Schaltmatrix und der aufwendigeren Wellenlängenwandler kompakter und preiswerter realisierbar sein als eine Schaltstation nach Fig. 3.

10 Außerdem sind die zweite und dritte Schaltmatrix S', S'' auch brauchbar, um Nachrichtensignale am Ort der Schaltstation selbst zu Empfängern RX abzuzweigen oder von Sendern TX einzuspeisen.

15

Patentansprüche

5

1. Optische Schaltstation mit:

10

15

20

25

30

35

40

- einer ersten Mehrzahl von Eingangskanälen (I1, ..., IM) für Durchgangsdatenverkehr,
- einer zweiten Mehrzahl von Ausgangskanälen (O1, ..., OM) für Durchgangsdatenverkehr
- einer Mehrzahl von ersten optischen Schaltmatrizen (S1, ..., SN), die eine erste Gruppe von Eingangsanschlüssen (i1, i2, ..., iM), die mit Eingangskanälen (I1, ..., IM) der Schaltstation verbunden sind, und eine erste Gruppe von Ausgangsanschlüssen (o1, o2, ..., oM), die mit Ausgangskanälen (O1, ..., OM) der Schaltstation verbunden sind, aufweisen, zum Verbinden von Eingangs- und Ausgangskanälen untereinander,
- einer Gruppe von einer oder mehreren als Wellenlängenwandler ausgebildeten Signalformereinheiten (T1, ..., TQ),
- Mitteln (f, S') zum Verbinden einer zweiten Gruppe von Ausgangsanschlüssen (o1, o2, ..., oM) der ersten optischen Schaltmatrizen (S1, ..., SN) mit jeweils einem Eingang einer Signalformereinheit der Gruppe und Mitteln (f, S'') zum Verbinden einer zweiten Gruppe (i'1, ..., i'P) von Eingangsanschlüssen der ersten optischen Schaltmatrizen (S1, ..., SN) mit jeweils einem Ausgang einer dieser Signalformereinheiten, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Schaltmatrizen (S1, ..., SN) jeweils zum Schalten von Nachrichtensignalen einer gleichen, der betreffenden ersten Schaltmatrix zugeordneten Wellenlänge vorgesehen sind, und dass die Mittel zum Verbinden (S', f; S', S'') geeignet sind, den Eingang und den Ausgang eines Wellenlängenwandlers (T1, ..., TQ) mit jeweils verschiedenen ersten Schaltmatrizen (S1, ..., SN) zu verbinden.

2. Optische Schaltstation nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Verbinden fest verdrahtete Leitungen (f) zwischen einem Ausgang oder Eingang einer Signalformereinheit und einem Eingangs- bzw. Ausgangsanschluss (i'1, ..., i'P; o'1, ..., o'P) der ersten Schaltmatrizen (S1, ..., SN) umfassen.
3. Schaltstation nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Verbinden Schaltelemente (S', S'') zum wahlweisen Verbinden eines Ausgangs oder Eingangs einer Signalformereinheit mit einem von mehreren Eingangs- bzw. Ausgangsanschlüssen der ersten Schaltmatrizen umfassen.
4. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jede Signalformereinheit (R, T1, ..., TQ) zum Formen eines einzelnen Nachrichtensignals ausgelegt ist.
5. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Verbinden wenigstens eine zweite Schaltmatrix (S') umfassen, die die Ausgangsanschlüsse (o'1, ..., o'P) der zweiten Gruppe der ersten Schaltmatrizen (S1, ..., SN) wahlweise mit einem der Wellenlängenwandler (T1, ..., TQ) verbindet.
6. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Verbinden wenigstens eine dritte Schaltmatrix (S'') umfassen, die die Wellenlängenwandler (T1, ..., TQ) wahlweise mit einem der Eingangsanschlüsse (i'1, ..., i'P) der zweiten Gruppe der ersten Schaltmatrizen (S1, ..., SN) verbindet.
7. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Eingangskanal (I1, ..., IM) mit den ersten Schaltmatrizen (S1, ..., SN) über einen Wellenlängen-Demultiplexer (D1, ..., DM) und/oder die ersten Schaltmatrizen (S1, ..., SN) mit jedem Ausgangskanal (O1, ..., OM) über

- 12 -

einen Wellenlängen-Multiplexer (M1, ..., MM) verbunden sind.

- 5 8. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie Ein- und/oder Ausgänge (IE, OE) für Abzweig-Datenverkehr und Mittel (f, SE) zum Verbinden dieser Ein- bzw. Ausgänge mit Eingangs- bzw. Ausgangsanschlüssen (i'1, ..., i'P; o'1, ..., o'P) der zweiten Gruppe der ersten
- 10 Schaltmatrizen (S1, ..., SN) aufweist.
- 15 9. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenlängenwandler (T1, ..., TQ) jeweils einen wellenlängenabstimmbaren Senderteil aufweisen.
- 20 10. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsanschlüsse (i1, ..., iM) der ersten Gruppe mit den Eingangskanälen (I1, ..., IM) und/oder die Ausgangsanschlüsse (o1, ..., oM) der ersten Gruppe mit den Ausgangskanälen (O1, ..., OM) jeweils ohne Zwischenschaltung einer Schaltmatrix verbunden sind.
- 25 11. Verfahren zum Vermitteln eines Nachrichtensignals in einer optischen Schaltstation, insbesondere in einer optischen Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Mehrzahl von parallel zueinander
- 30 zwischen eine Mehrzahl von Eingangskanälen und eine Mehrzahl von Ausgangskanälen verbundenen Schaltmatrizen (S1, ..., SN), von denen jede zum Schalten von Nachrichtensignalen einer gleichen, ihr zugeordneten Wellenlänge vorgesehen ist, mit den Schritten:
- 35 a) Empfangen des Nachrichtensignals über einen Eingangskanal (I1, ..., IM) der Schaltstation,
- b) Zuordnen eines Ausgangskanals (O1, ..., OM) zu dem Nachrichtensignal,
- c) Entscheiden, ob eine Wellenlängenwandlung an dem Nachrichtensignal durchgeführt werden muss,

- 13 -

- d) Eingeben des Nachrichtensignals in die seiner Wellenlänge zugeordnete Schaltmatrix (S1, ..., SN),
- 5 e) wenn in Schritt c) eine Wellenlängenwandlung für notwendig befunden wurde:
- e1) Ausgeben des Signals an einem Ausgangsanschluss (o'1, ..., o'P) der Schaltmatrix (S1, ..., SN), der mit einem Wellenlängenwandler (T1, ..., TQ) verbunden ist,
- 10 e2) Durchführen der Wellenlängenwandlung,
- e3) Eingeben des Nachrichtensignals in eine andere, der gewandelten Wellenlänge des Nachrichtensignals zugeordnete Schaltmatrix aus der Mehrzahl der parallelen Schaltmatrizen (S1, ..., SN),
- 15 f) Ausgeben des Nachrichtensignals aus der Schaltmatrix (S1, ..., SN) auf den zugeordneten Ausgangskanal (O1, ..., OM).